










Mineralfaserzusammensetzung**Publication number:** DE19604238 (A1)**Publication date:** 1997-08-07**Inventor(s):** STEINKOPF BERND DR [DE]**Applicant(s):** GRUENZWEIG & HARTMANN [DE]**Classification:****- international:** C03C13/06; C03C13/00; (IPC1-7): C03C13/06**- European:** C03C13/06**Application number:** DE19961004238 19960206**Priority number(s):** DE19961004238 19960206**Also published as:** TR9701118 (T1) SK134697 (A3) PL322856 (A1) NO974604 (A) HU9901622 (A2)

more >>

Cited documents: DE16904783T (T2) WO9614274 (A2) DE69104783T (T2) GB2220654 (A) GB2150553 (A)

more >>

Abstract of DE 19604238 (A1)

Mineral fiber composition which is decomposable in the physiological medium, characterised by the following constituents in weight percent: SiO₂ 30 to less than 51; Al₂O₃ higher than 11.5, in particular higher than 13, up to 25; CaO 2 to less than 23; MgO 0 to 15; Na₂O + K₂O higher than 10, up to 19; TiO₂ + Fe₂O₃ 6 to 18; various 0 to 3.

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



Europäisches
Patentamt
European Patent
Office
Office européen
des brevets

Description of DE19604238

Print

Copy

Contact Us

Close

Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

The invention refers to a mineral fiber composition, which is more degradable biological.

There is in states of the art some mineral fiber compositions described, from which indicated becomes that they are more degradable biological.

The biological degradable of mineral fiber compositions is to that extent of great importance, because various studies point out that mineral fibers with very much small diameters stand within the range of small 3 μm in the suspicion to be carcinogenic biological degradable mineral fibers of such dimensions however no Kanzerogenität show.

The mineral fiber compositions must exhibit however also a good processability after prior art methods to manufacture of mineral wool with small diameter, in particular after the nozzle blow moulding. This means in particular a sufficient processing range of for example 80 DEG C and suitable viscosity of the Glasschmelze.

Furthermore are also the mechanical and thermal properties of the mineral fibers and/or the products of decisive importance, prepared from it. Mineral fibers become for example used in large scale damming purposes. In particular for the use in the industrial sector and for fire protection elements a sufficient temperature resistance of the mineral fibers is necessary.

Object of the invention is the provision of a new mineral fiber composition, which is characterised by biological degradable, which exhibits good temperature resistance, can good be processed and is producible economical.

The invention is the basis the finding the fact that this object can become dissolved by a mineral fiber composition, which consists of silica and alkaline-earth oxides, and furthermore as fusion accelerator a relative high proportion at sodium and/or potassium oxide and to the increase a substantial portion at alumina, titanium oxide and/or iron oxide of the temperature resistance contains.

Es hat sich gezeigt, dass solche Mineralfaserzusammensetzungen die Kombination der notwendigen Eigenschaften, nämlich biologische Abbaubarkeit, ausreichende Temperaturbeständigkeit für Dämmobjekte in der Industrie sowie gute Verarbeitbarkeit bei Herstellung der Mineralwolle als solche und der Produkte erfüllen. This included simultaneous that the upper devitrification temperature of the melt is with preferably bottom 1300 DEG C. The average fiber diameter amounts to preferably 4-5 μm less or.

Subject-matter of the invention is a mineral fiber composition, which is more degradable biological, those characterized is by the subsequent components in weight percentage:

<tb>< TABLE> Columns=2>	
<tb> SiO ₂	< CEL
<tb> Al ₂ O ₃	< September> over 6 to 25
<tb> CaO	< September> 2 to less than 23
<tb> MgO	< September> 0 to 15
<tb> Na ₂ O + K ₂ O	< September> over 5 to 19
<tb> TiO ₂ + Fe ₂ O ₃	< September> 6 to 18
<tb> various	< September> 0 to 3
<tb>< /TABLE>	

Bottom Fe₂O₃ is here and in the following that content at FeO and Fe₂O₃ to understand on latter calculated.

The mineral fiber compositions according to invention are in particular twistable after the nozzle blow moulding good, i.e. one receives a fine, bead-poor mineral wool.

Such mineral fibers reach an high temperature resistance and are more insertable for fire-protection structures of at

least 90 minutes resistance period, which in the so called small fire furnace according to DIN 4102, part 17, determined became. Furthermore the application limit temperatures lie in accordance with determination after AGQ 132 for the industrial sector over 600 DEG C. The mineral fibers show a good biological degradable.

That relative high addition of sodium and/or potassium oxide effected a melting point degradation and thus a better processability in the bloom and beating process, but the wool nevertheless possesses surprisingly an high temperature resistance.

To the achievement of the aforementioned properties it is favourable that that content at alkali oxides to alumina with a molar ratio of $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) : \text{Al}_2\text{O}_3 < 1 : 1$, preferably with a molar ratio of 1: 1 lies.

This molar ratio corresponds to 0,8 in for instance a weight ratio from alkali oxides to $\text{alumina} = 1$.

The production of the compositions according to invention no asbestos cement becomes used, among other things, because high melting temperatures would be required. Only in exceptional cases asbestos cement in an amount can become of less as 40%, in particular less than 10%, used.

The mineral fiber compositions according to invention can preferably become in with fossil fuel, in particular natural gas, fired Schmelzwannen with melting temperatures from 1350 to 1450 DEG C molten. With such Schmelzwannen an homogeneous melt can become generated, which prerequisite is for constant product quality. The homogeneity of the Glasschmelze facilitated also the reproducibility of the beating process and thus the thermal and mechanical product properties. Furthermore the constant chemical composition of the so generated mineral wool leads to a controllable biological degradable.

In particular the addition of alumina, titanium oxide and iron oxide the increased temperature resistance of the mineral wool.

Preferably the mineral fiber compositions according to invention exhibit the subsequent components in weight percentage:

Component	Weight Percentage
SiO_2	CEL
Al_2O_3	over 10 to 24
CaO	4 to 20
MgO	0 to 15
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	over 7 to 18
$\text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	7 to 16
various	0 to 2

In particular the mineral fiber compositions according to invention exhibit the subsequent components in weight percentage:

Component	Weight Percentage
SiO_2	35
Al_2O_3	over 12 to 20
CaO	8 to 17,5
MgO	2 to 10
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	over 7,5 to 16
$\text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	7 to 15
various	0 to 2

The aluminium content of the composition preferably lies between 13 and 20 weight percentage.

The temperature behavior of the mineral fibers became in the small fire furnace according to DIN 4102 as well as after AGQ 132, determination of the application limit temperature, determined.

The invention becomes appended more near described on the basis examples.

Example 1

It became a mineral wool with the subsequent composition in weight percentage produced:

Component	Weight Percentage
SiO_2	CEL
Al_2O_3	17,1
CaO	10,2
MgO	6,7
Na_2O	5,5

```

<tb> K2O< September> 6,5
<tb> TiO2< September> 5,7
<tb> Fe2O3< September> 7,5
<tb>< /TABLE>

```

Diese Zusammensetzung konnte nach dem Düsenblasverfahren bei einer Verziehtemperatur zwischen 1300 und 1400 DEG C zu Mineralfasern mit einem mittleren Durchmesser von 4,5 μm gut zerfasert werden.

A study in accordance with the standard semolina sample of the German glass-technical society the confirmed high biological degradable of the wool according to invention.

The temperature behavior of the mineral fibers became in the small fire furnace according to DIN 4102 as well as after AGQ 132, determination of the application limit temperature, determined.

Example 2

It became a mineral wool with the subsequent composition in weight percentage produced:

```

<tb>< TABLE> Columns=2>
<tb> SiO2< CEL
<tb> Al2O3< September> 14,5
<tb> CaO< September> 9,9
<tb> MgO< September> 6,3
<tb> Na2O< September> 4,6
<tb> K2O< September> 4,2
<tb> TiO2< September> 7,3
<tb> Fe2O3< September> 5,4
<tb>< /TABLE>

```

This composition could become after the nozzle blow moulding at a twisting temperature between 1300 and 1400 DEG C mineral fibers with an average diameter of 4,5 to 5 μm good processed.

A study in accordance with the standard semolina sample of the German glass-technical society the confirmed high biological degradable of the wool according to invention.

The temperature behavior of the mineral fibers became in the small fire furnace according to DIN 4102 as well as after AGQ 132, determination of the application limit temperature, determined.

Example 3

It became a mineral wool with the subsequent composition in weight percentage produced:

```

<tb>< TABLE> Columns=2>
<tb> SiO2< CEL
<tb> Al2O3< September> 14,2
<tb> CaO< September> 12,3
<tb> MgO< September> 8,5
<tb> Na2O< September> 4,7
<tb> K2O< September> 5,7
<tb> TiO2< September> 2,8
<tb> Fe2O3< September> 9,4
<tb>< /TABLE>

```

This composition could likewise become after the nozzle blow moulding at a twisting temperature between 1300 and 1400 DEG C mineral fibers with an average diameter of 5,5 μm good processed.

A study in accordance with the standard semolina sample the German glass technical society the confirmed high biological degradable of the wool according to invention.

The temperature behavior of the mineral fibers became in the small fire furnace according to DIN 4102 as well as after AGQ 132, determination of the application limit temperature, determined.



Europäisches
Patentamt
European Patent
Office
Office européen
des brevets

[Claims of DE19604238](#)
[Print](#)
[Copy](#)
[Contact Us](#)
[Close](#)

Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

1. Mineral fiber composition, which is more degradable biological, characterized by the subsequent components in weight percentage:

<tb>< TABLE> Columns=2>

<tb> SiO₂< CEL

<tb> Al₂O₃< September> over 6 to 25

<tb> CaO< September> 2 to less than 23

<tb> MgO< September> 0 to 15

<tb> Na₂O + K₂O< September> over 5 to 19

<tb> TiO₂ + Fe₂O₃< September> 6 to 18

<tb> various< September> 0 to 3

<tb>< /TABLE>

2. Mineral fiber composition according to claim 1, characterized by the subsequent components in weight percentage:

<tb>< TABLE> Columns=2>

<tb> SiO₂< CEL

<tb> Al₂O₃< September> over 10 to 24

<tb> CaO< September> 4 to 20

<tb> MgO< September> 0 to 15

<tb> Na₂O + K₂O< September> over 7 to 18

<tb> TiO₂ + Fe₂O₃< September> 7 to 16

<tb> various< September> 0 to 2

<tb>< /TABLE>

▲ top

3. Mineral fiber composition according to claim 1 or 2, characterized by the subsequent components in weight percentage:

<tb>< TABLE> Columns=2>

<tb> SiO₂< September> 35

<tb> Al₂O₃< September> over 12 to 20

<tb> CaO< SEP> 8 bis 17,5

<tb> MgO< September> 2 to 10

<tb> Na₂O + K₂O< September> over 7,5 to 16

<tb> TiO₂ + Fe₂O₃< September> 7 to 15

<tb> various< September> 0 to 2

<tb>< /TABLE>



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 196 04 238 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
C 03 C 13/06

②① Aktenzeichen: 196 04 238.0
②② Anmeldetag: 6. 2. 96
④③ Offenlegungstag: 7. 8. 97

DE 196 04 238 A 1

⑦① Anmelder:
Grünzweig + Hartmann AG, 67059 Ludwigshafen,
DE

⑦④ Vertreter:
Kador und Kollegen, 80469 München

⑦② Erfinder:
Steinkopf, Bernd, Dr., 67061 Ludwigshafen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 69 1 04 78 3T2
GB 22 20 854 A
GB 21 50 553 A
WP 90 02 713 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Mineralfaserzusammensetzung

⑤⑦ Biologisch abbaubare Mineralfaserzusammensetzung, gekennzeichnet durch folgende Bestandteile in Gewichtsprozent:

SiO ₂	30 bis weniger als 51
Al ₂ O ₃	über 6 bis 25
CaO	2 bis weniger als 23
MgO	0 bis 15
Na ₂ O + K ₂ O	über 5 bis 19
TiO ₂ + Fe ₂ O ₃	6 bis 18
diverse	0 bis 3

DE 196 04 238 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Mineralfaserzusammensetzung, die biologisch abbaubar ist.

Es sind im Stande der Technik einige Mineralfaserzusammensetzungen beschrieben, von denen angegeben wird, daß sie biologisch abbaubar seien.

Die biologische Abbaubarkeit von Mineralfaserzusammensetzungen ist insofern von großer Bedeutung, weil verschiedene Untersuchungen darauf hinweisen, daß Mineralfasern mit sehr kleinen Durchmessern im Bereich von kleiner 3 µm im Verdacht stehen, kanzerogen zu sein, biologisch abbaubare Mineralfasern solcher Dimensionen aber keine Kanzerogenität zeigen.

Die Mineralfaserzusammensetzungen müssen jedoch auch eine gute Verarbeitbarkeit nach bekannten Verfahren zu Herstellungen von Mineralwolle mit kleinem Durchmesser, insbesondere nach dem Düsenblasverfahren, aufweisen. Dies bedeutet insbesondere einen ausreichenden Verarbeitungsbereich von beispielsweise 80°C und geeignete Viskosität der Glasschmelze.

Ferner sind auch die mechanischen und thermischen Eigenschaften der Mineralfasern bzw. der daraus hergestellten Produkte von ausschlaggebender Bedeutung. Mineralfasern werden beispielsweise in großem Umfang zu Dämmzwecken eingesetzt. Insbesondere für die Verwendung im Industriesektor und für Brandschutzelemente ist eine ausreichende Temperaturbeständigkeit der Mineralfasern notwendig.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer neuen Mineralfaserzusammensetzung, die sich durch biologische Abbaubarkeit auszeichnet, die gute Temperaturbeständigkeit aufweist, sich gut verarbeiten läßt und wirtschaftlich herstellbar ist.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß diese Aufgabe durch eine Mineralfaserzusammensetzung gelöst werden kann, die aus Siliciumdioxid und Erdalkalioxiden besteht, und ferner als Schmelzbeschleuniger einen relativ hohen Anteil an Natrium- und/oder Kaliumoxid und zur Erhöhung der Temperaturbeständigkeit einen wesentlichen Anteil an Aluminiumoxid, Titanoxid und/oder Eisenoxid enthält.

Es hat sich gezeigt, daß solche Mineralfaserzusammensetzungen die Kombination der notwendigen Eigenschaften, nämlich biologische Abbaubarkeit, ausreichende Temperaturbeständigkeit für Dämmobjekte in der Industrie sowie gute Verarbeitbarkeit bei der Herstellung der Mineralwolle als solche und der Produkte erfüllen. Dies beinhaltet gleichzeitig, daß die obere Entglasungstemperatur der Schmelze bei vorzugsweise unter 1300°C liegt. Der mittlere Faserdurchmesser beträgt vorzugsweise 4–5 µm oder weniger.

Gegenstand der Erfindung ist eine Mineralfaserzusammensetzung, die biologisch abbaubar ist, die gekennzeichnet ist durch folgende Bestandteile in Gewichtsprozent:

SiO ₂	30 bis weniger als 51
Al ₂ O ₃	über 6 bis 25
CaO	2 bis weniger als 23
MgO	0 bis 15
Na ₂ O + K ₂ O	über 5 bis 19
TiO ₂ + Fe ₂ O ₃	6 bis 18
diverse	0 bis 3

Unter Fe₂O₃ ist hier und im Folgenden der Gehalt an FeO und Fe₂O₃, auf letzteres berechnet, zu verstehen.

Die erfindungsgemäßen Mineralfaserzusammensetzungen sind insbesondere nach dem Düsenblasverfahren gut verziehbar, das heißt man erhält eine feine, perlenarme Mineralwolle.

Derartige Mineralfasern erreichen eine hohe Temperaturbeständigkeit und sind für Brandschutzkonstruktionen von mindestens 90 Minuten Widerstandsdauer einsetzbar, was im sogenannten Kleinbrandofen nach DIN 4102, Teil 17, ermittelt wurde. Ferner liegen die Anwendungsgrenztemperaturen gemäß Bestimmung nach AGQ 132 für den Industriesektor über 600°C. Die Mineralfasern zeigen eine gute biologische Abbaubarkeit.

Der relativ hohe Zusatz von Natrium- und/oder Kaliumoxid bewirkt zwar eine Schmelzpunktniedrigung und dadurch eine bessere Verarbeitbarkeit im Schmelz- und Zerkleinerungsprozeß, aber dennoch besitzt die Wolle überraschenderweise eine hohe Temperaturbeständigkeit.

Zur Erzielung der vorgenannten Eigenschaften ist es vorteilhaft, daß der Gehalt an Alkalioxiden zu Aluminiumoxid bei einem Molverhältnis von

$$(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) : \text{Al}_2\text{O}_3 < 1 : 1,$$

vorzugsweise bei einem Molverhältnis von 1 : 1 liegt.

Dieses Molverhältnis entspricht in etwa einem Gewichtsverhältnis von Alkalioxiden zu Aluminiumoxid $\leq 0,8 : 1$.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen wird kein Asbestzement eingesetzt, unter anderem deshalb, weil hohe Schmelztemperaturen erforderlich wären. Nur in Ausnahmefällen kann Asbestzement in einer Menge von weniger als 40%, insbesondere weniger als 10%, eingesetzt werden.

Die erfindungsgemäßen Mineralfaserzusammensetzungen können vorzugsweise in mit fossilen Brennstoffen, insbesondere Erdgas, befeuerten Schmelzwannen bei Schmelztemperaturen von 1350 bis 1450°C geschmolzen werden. Mit derartigen Schmelzwannen kann eine homogene Schmelze erzeugt werden, was Voraussetzung ist für gleichbleibende Produktqualität. Die Homogenität der Glasschmelze erleichtert auch die Reproduzierbarkeit des Zerkleinerungsprozesses und damit der thermischen und mechanischen Produkteigenschaften. Ferner führt die gleichbleibende chemische Zusammensetzung der so erzeugten Mineralwolle zu einer kontrollierbaren biologischen Abbaubarkeit.

Insbesondere der Zusatz von Aluminiumoxid, Titanoxid und Eisenoxid erhöht die Temperaturbeständigkeit der Mineralwolle.

Vorzugsweise weisen die erfindungsgemäßen Mineralfaserzusammensetzungen folgende Bestandteile in Gewichtsprozent auf:

SiO ₂	30 bis weniger als 47
Al ₂ O ₃	über 10 bis 24
CaO	4 bis 20
MgO	0 bis 15
Na ₂ O + K ₂ O	über 7 bis 18
TiO ₂ + Fe ₂ O ₃	7 bis 16
diverse	0 bis 2

Insbesondere weisen die erfindungsgemäßen Mineralfaserzusammensetzungen folgende Bestandteile in Gewichtsprozent auf:

SiO ₂	35 bis 45
Al ₂ O ₃	über 12 bis 20
CaO	8 bis 17,5
MgO	2 bis 10
Na ₂ O + K ₂ O	über 7,5 bis 16
TiO ₂ + Fe ₂ O ₃	7 bis 15
diverse	0 bis 2

Der Aluminiumgehalt der Zusammensetzung liegt vorzugsweise zwischen 13 und 20 Gewichtsprozent.

Das Temperaturverhalten der Mineralfasern wurde im Kleinbrandofen nach DIN 4102 sowie nach AGQ 132, Bestimmung der Anwendungsgrenztemperatur, ermittelt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Beispielen näher beschrieben.

Beispiel 1

Es wurde eine Mineralwolle mit folgender Zusammensetzung in Gewichtsprozent produziert:

SiO ₂	40,8
Al ₂ O ₃	17,1
CaO	10,2
MgO	6,7
Na ₂ O	5,5
K ₂ O	6,5
TiO ₂	5,7
Fe ₂ O ₃	7,5

Diese Zusammensetzung konnte nach dem Düsenblasverfahren bei einer Verziehtemperatur zwischen 1300 und 1400°C zu Mineralfasern mit einem mittleren Durchmesser von 4,5 µm gut zerfasert werden.

Eine Untersuchung gemäß der Standardgrießprobe der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft bestätigte die hohe biologische Abbaubarkeit der erfindungsgemäßen Wolle.

Das Temperaturverhalten der Mineralfasern wurde im Kleinbrandofen nach DIN 4102 sowie nach AGQ 132, Bestimmung der Anwendungsgrenztemperatur, ermittelt.

Beispiel 2

Es wurde eine Mineralwolle mit folgender Zusammensetzung in Gewichtsprozent produziert:

SiO ₂	47,8
Al ₂ O ₃	14,5
CaO	9,9
MgO	6,3
Na ₂ O	4,6
K ₂ O	4,2
TiO ₂	7,3
Fe ₂ O ₃	5,4

Diese Zusammensetzung konnte nach dem Düsenblasverfahren bei einer Verziehtemperatur zwischen 1300 und 1400°C Mineralfasern mit einem mittleren Durchmesser von 4,5 bis 5 µm gut verarbeitet werden.

Eine Untersuchung gemäß der Standardgrießprobe der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft bestätigte die hohe biologische Abbaubarkeit der erfindungsgemäßen Wolle.

mäßen Wolle.

Das Temperaturverhalten der Mineralfasern wurde im Kleinbrandofen nach DIN 4102 sowie nach AGQ 132, Bestimmung der Anwendungsgrenztemperatur, ermittelt.

Beispiel 3

Es wurde eine Mineralwolle mit folgender Zusammensetzung in Gewichtsprozent produziert:

SiO ₂	42,5
Al ₂ O ₃	14,2
CaO	12,3
MgO	8,5
Na ₂ O	4,7
K ₂ O	5,7
TiO ₂	2,8
Fe ₂ O ₃	9,4

Diese Zusammensetzung konnte ebenfalls nach dem Düsenblasverfahren bei einer Verziehtemperatur zwischen 1300 und 1400°C zu Mineralfasern mit einem mittleren Durchmesser von 5,5 µm gut verarbeitet werden.

Eine Untersuchung gemäß der Standardgrießprobe der Deutschen Glas technischen Gesellschaft bestätigte die hohe biologische Abbaubarkeit der erfindungsgemäßen Wolle.

Das Temperaturverhalten der Mineralfasern wurde im Kleinbrandofen nach DIN 4102 sowie nach AGQ 132, Bestimmung der Anwendungsgrenztemperatur, ermittelt.

Patentansprüche

1. Mineralfaserzusammensetzung, die biologisch abbaubar ist, gekennzeichnet durch folgende Bestandteile in Gewichtsprozent:

SiO ₂	30 bis weniger als 51
Al ₂ O ₃	über 6 bis 25
CaO	2 bis weniger als 23
MgO	0 bis 15
Na ₂ O + K ₂ O	über 5 bis 19
TiO ₂ + Fe ₂ O ₃	6 bis 18
diverse	0 bis 3

2. Mineralfaserzusammensetzung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Bestandteile in Gewichtsprozent:

SiO ₂	30 bis weniger als 47
Al ₂ O ₃	über 10 bis 24
CaO	4 bis 20
MgO	0 bis 15
Na ₂ O + K ₂ O	über 7 bis 18
TiO ₂ + Fe ₂ O ₃	7 bis 16
diverse	0 bis 2

3. Mineralfaserzusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch folgende Bestandteile in Gewichtsprozent:

	5	
SiO ₂	35 bis 45	
Al ₂ O ₃	über 12 bis 20	
CaO	8 bis 17,5	
MgO	2 bis 10	
Na ₂ O + K ₂ O	über 7,5 bis 16	5
TiO ₂ + Fe ₂ O ₃	7 bis 15	
diverse	0 bis 2	
		10
		15
		20
		25
		30
		35
		40
		45
		50
		55
		60
		65